

Originalni naučni rad  
Original research article

## Iskorišćavanje hibridizacije ( $F_1$ ) u oplemenjivanju krmnog sirka (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Imre Pataki\*, Slobodan Katić, Vojislav Mihailović,  
Dragan Milić, Sanja Vasiljević, Aleksandar Mikić

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad

**Izvod:** Kod biljaka sa dvopolnim cvetom stvaranje hibrida i proizvodnja  $F_1$  semena jedino je moguća korišćenjem citoplazmatske-genetske muške sterilnosti. Otkrićem muške sterilnosti i održivača omogućeno je iskorišćavanje efekta heterozisa prvenstveno na prinos i komponente prinosa kod krmnog sirka. Za stvaranje hibrida krmnog sirka najbolje su se pokazala ukrštanja sirka za zrno (majka hibrida) i sudanske trave (otac hibrida). Cilj rada je bilo stvaranje hibrida krmnog sirka za proizvodnju zelene mase, koja će se koristiti u svežem stanju ili za siliranje. Stvoreni hibridni sirak (Siloking) je višeatkosni jer se iz čvora bokorenja razvijaju pupoljci, odnosno bočni izdanci i regeneriše se. Dobijeni rezultati o prinosu i kvalitetu upoređivani su sa rezultatima sorte krmnog sirka NS Džin. U dvogodišnjem ispitivanju u različitim agroekološkim uslovima na četiri lokaliteta, Siloking je ostvario prosečan prinos zelene mase iz dva otkosa  $86,29 \text{ t ha}^{-1}$ , i prinos suve materije  $25,34 \text{ t ha}^{-1}$ , sadržaj sirovih proteina bio je 11,85 %. Po prinosu i kvalitetu hibridni sirak Siloking je bio bolji od sorte krmnog sirka NS Džin.

**Glavne reči:** heterozis, hibrid, kvalitet, prinos, sirak, sudanska trava

### Uvod

Individualnom selekcijom iz lokalnih populacija stvorene su u ranijem periodu sorte krmnog sirka Novosadski šećerac (Lazić i sar. 1973a), Novosadski silosirak (Lazić i sar. 1973b) i NS Džin (Lazić i sar. 1983a), i sudanske trave Srem (Lazić i sar. 1983b). Sličnim metodama oplemenjivanja stvorene su i nove sorte Titan (Katić i sar. 2007) i Sava (Mihailović i sar. 2007). Otkrićem citoplazmatske-genetske muške sterilnosti (Stephens & Holland 1954) stvoreni su uslovi za stvaranje  $F_1$  hibrida krmnog sirka. Manifestovanje efekta heterozisa za agronomski važna svojstva osnovni je preduslov za dobijanje hibrida sa većom produktivnošću i uniformnošću. Najbolje su se pokazali hibridi krmnog sirka nastali ukrštanjem sirka za zrno i sudanske trave.

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu od 1990. godine se intenzivnije radi na stvaranju linija sirka za zrno i unošenje citoplazmatsko-genetske muške sterilnosti u te linije, zatim stvaranje linija sudanske trave, koji su preduslov za dobijanje  $F_1$  hibrida krmnog sirka. Hibridi krmnog sirka su visoki, a seme se proizvodi na patuljastim tipovima sirka za zrno. Takva proizvodnja hibridnog semena ima prednosti, oprašivanje je bolje, a žetva je lakša. Sudanske trave su visoke, a visina kod krmnog sirka se nasleđuje dominantno, što znači da su  $F_1$  hibridi visoki, takođe, veoma je izražen heterozis za visinu biljaka (Berenji 1985). Izračunavanjem korelacija između prinosa i komponenti prinosa, autori Yadav et al. (2003) su našli pozitivnu zavisnost prinosa i visine biljaka. Prinos zelene mase i suve materije hibrida nadmašuje prinos standardnih sorti,

\*autor za kontakt / corresponding author  
(pataki@ifvns.ns.ac.rs)

a efekat heterozisa na prinos zelene biljke u odnosu na boljeg roditelja iznosi od -7,14 % do 30,95 %, a prinos suve mase kreće se od -9,25 % do 55,69 % (Grewal et al. 2003). Vrednost krmnog sirka će biti još značajnija ako se nađu genotipovi koji će kvalitetom i prinosom prevazići silokukuruz. Sirak se posle kosidbe regeneriše iz prizemnih čvorova, pa iz dva otkosa može dati veći prinos i bolji kvalitet, jer se biljke koriste u mladim fazama. Dobro podnosi sušu, jer ima razvijen korenov sistem jake usisne moći, a koristi iz zemljišta vodu i hranjive materije koje su za ostale gajene kulture nepristupačne ili teško pristupačne. U izboru roditeljskih linija za stvaranje hibrida biraju se one koje imaju sočnu stabljiku do kraja vegetacije, a seme sazreva na zelenom i sočnom stablu. Setvom u naizmenične redove sa kukuruzom za siliranje obezbeđuje dovoljno vlage u silažnoj masi krajem avgusta i početkom septembra i u sušnim godinama.

### Materijal i metod

Za hibridizaciju i stvaranje hibridnog krmnog sirka (Siloking) korišćena je citoplazmatska muška sterilna A-linija, sirka za zrno SS-5 653 i oprašivača, R-linija, sudanske trave S-1 534.

Nastanak linije majke, A-linije SS-5 653: prethodno je SS-5 654 linija izdvojena pedigree metodom iz hibridne populacije krmnog sirka u F<sub>3</sub> generaciji. U SS-5 654 liniju je unesena citoplazmatska-genetska muška sterilnost iz linije CMSB 73/77 (linija održivač). Serijom (šest) povratnih ukrštanja stvorena je A-linija SS-5 653 (majka hibrida). Nastanak oprašivača, R-linije S-1 534: Linija je odabrana individualnom selekcijom iz sortne populacije sudanske trave, koja se karakteriše sočnom stabljikom, dobre regeneracije posle kosidbe i dobre olistalosti.

Linije su selekcionisane u Odeljenju za krmno bilje Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Za upoređivanje prinosa i kvaliteta hibridnog sirka Siloking i sorte NS Džin korišćeni su rezultati iz mreže ogleda Odeljenja za priznavanje i zaštitu sorti sa četiri lokaliteta (Novi Sad, Kruševac, Pančevo, Zaječar). Ispitivanja su obavljena tokom

2005. i 2006. Na svim lokalitetima su postavljani identični poljski mikro-ogledi po metodici Odeljenja za priznavanje i zaštiti sorti.

Praćene su morfološko-biološke osobine: broj dana od nicanja do metličenja, visina biljaka (cm), poleganje (indeks 1-10), kao i prinos zelene mase i suve materije krmnog sirka ( $t\ ha^{-1}$ ) u tehnološkoj zrelosti.

Kvalitet krme je utvrđen u 2006. u laboratoriji Instituta za krmno bilje u Kruševcu iz dva otkosa. Određeni su sadržaj sirovih proteina, sirove celuloze, masnih materija i udeo bezazotnih ekstraktivnih materija.

Rezultati prinosa zelene krme i suve materije obrađeni su trofaktorijalnom analizom varijanse (ANOVA), faktor A lokalitet, faktor B godina, faktor C sorta a rezultati su analizirani i prikazani po faktoru C. Značajnost razlika između srednjih vrednostije utvrđena LSD-testom, izračunata i relativna varijabilnost-koeficijent varijacije.

### Rezultati i diskusija

Važnije morfološko-biološke osobine hibrida krmnog sirka i standarda su prikazane u tabeli 1.

Broj dana od nicanja do metličenja u zavisnosti od lokaliteta i kod hibrida Siloking kreće se od 70,5 do 89,5 dana, dok je kod standarda od 69,5 do 86,0 dana. Prosek broja dana od nicanja do metličenja u svim lokalitetima i u obe godina ispitivanja pokazuje da je Siloking za 5,6 dana kasniji od standarda.

Prosečna visina biljaka kod hibrida Siloking u obe godina ispitivanja po lokalitetima varira od 175,0 cm do 234,5 cm, dok je kod standarda najmanja visina 159,0 cm a najveća 226,7 cm. Na svim lokalitetima i u obe godina ispitivanja Siloking ima prosečnu visinu od 213,6 cm, odnosno viši je od standarda za 24,7 cm (Tab. 1). Otpornost na poleganje novog hibrida je na nivou standarda u ispitivanim lokalitetima i godinama ispitivanja.

Prinos krmnog sirka u različitim agroekološkim uslovima utvrđivan u dva otkosa (Tab. 2), u četiri lokaliteta prinos suve materije iznosi 25,34  $t\ ha^{-1}$ , a prinos standarda NS Džina bio je 19,59  $t\ ha^{-1}$  (Tab. 2).

Tab. 1. Morfološko-biološke osobine hibrida krmnog sirka Siloking i standarda NS Džin

Tab. 1. Morphological and biological characteristics of the forage sorghum hybrid Siloking and the standard hybrid NS Džin

Lokaliteti Location	Sorta Cultivar	Broj dana od nicanja do metličanja Days from emergence to tasseling	Visina biljaka Plant height (cm)	Poleganje Lodging Indeks 1-10
Novi Sad	Siloking	89,5	222,6	7,3
	NS Džin	86,0	226,7	7,5
Kruševac	Siloking	88,5	234,5	7,0
	NS Džin	73,0	164,6	7,0
Pančevo	Siloking	82,0	175,0	8,5
	NS Džin	79,5	159,0	8,0
Zaječar	Siloking	70,5	222,5	9,0
	NS Džin	69,5	205,5	9,0
Prosek Average	Siloking	82,6	213,6	7,9
	NS Džin	77,0	188,9	7,9

Tab. 2. Prinos zelene mase i suve materije krmnog sirka ( $t\ ha^{-1}$ )

Tab. 2 Green forage and dry matter yields ( $t\ ha^{-1}$ )

Lokalitet Location	Godina Year	Prinos zelene mase ( $t\ ha^{-1}$ ) Green forage yield ( $t\ ha^{-1}$ )		Prinos suve materije ( $t\ ha^{-1}$ ) Dry matter yield ( $t\ ha^{-1}$ )	
		Siloking	NS Džin	Siloking	NS Džin
Novi Sad	2005.	114,36	57,04	30,12	14,95
	2006.	72,40	125,50	19,58	30,16
	Prosek / Average	93,38	91,27	24,85	22,55
Kruševac	2005.	67,54	70,62	12,12	12,31
	2006.	105,12	57,70	19,00	11,38
	Prosek / Average	86,33	64,16	15,56	11,84
Pančevo	2005.	62,50	54,42	23,90	19,70
	2006.	124,02	63,58	60,32	33,08
	Prosek / Average	93,26	59,00	42,11	26,39
Zaječar	2005.	83,86	54,32	21,35	14,78
	2006.	60,53	74,64	16,33	20,38
	Prosek / Average	72,19	64,48	18,84	17,58
Prosek / Average 2005-2006.		86,29**	69,72	25,34**	19,59
NZR $_{0,05}$		3,2		1,44	
LSD $_{0,01}$		3,9		1,8	
CV %		7,7		11,9	

\* LSD prikazan za faktor C-sorta / LSD shown for factor C - cultivar

Krmni sirak ostvaruje najveći prinos i najbolji kvalitet u prvom otkosu, kada je metlica u vršnom lisnom rukavcu, a drugi otkos se kosi pred pojavu prvih jesenjih mrazeva.

Prosečan prinos zelene mase krmnog sirka iz dva otkosa u dve godina ispitivanja pokazuje da je hibrid Siloking u svim lokalitetima ostvario statistički značajno veći prinos u odnosu na standard NS Džin. Prosečan prinos zelene mase iz dva otkosa u toku dve

godine ispitivanja u četiri lokaliteta za krmni sirak Siloking iznosi  $86,29\ t\ ha^{-1}$ , dok je NS Džin ostvario  $69,73\ t\ ha^{-1}$  (Tab. 2).

Hibrid krmnog sirka Siloking ostvario je statistički značajan ili visoko značajan veći prinos suve materije u odnosu na standard NS Džin u dve godine ispitivanja po svim lokalitetima. Novi hibrid je ostvario u toku dve godine ispitivanja u četiri lokaliteta prinos suve materije od  $25,34\ t\ ha^{-1}$ , a standard NS Džin  $19,59\ t\ ha^{-1}$  (Tab. 2).

Sadržaj sirovih proteina je osnovni indikator kvaliteta kabaste stočne hrane, a hibrid Siloking u proseku oba otkosa ima sadržaj sirovih proteina 11,85 % dok standardna sorta NS Džin ima 9,84 %, odnosno za 2,01 % veći

sadržaj sirovih proteina u odnosu na standard (Tab. 3). Siloking ima veći prosečan sadržaj sirove celuloze oba otkosa 32,79 % a u odnosu na standard veći je za 1,11 % (Tab. 3).

Tab. 3. *Hemijske osobine suve materije krmnog sirka Siloking i NS Džin (%), prosek za dva otkosa u proizvodnoj 2006.*

Tab. 3. *Chemical properties of dry matter produced by Siloking and NS Džin (%), an average of two cuts from season 2006.*

Sirovi proteini Crude protein		Sirova celuloza Raw cellulose		Masne materije Fats		Sirovi pepeo Crude ash		BEM NFE	
Siloking	NS Džin	Siloking	NS Džin	Siloking	NS Džin	Siloking	NS Džin	Siloking	NS Džin
11,85	9,84	32,79	31,68	2,48	2,31	11,60	10,00	41,27	46,15

U odnosu na standard NS Džin, Siloking ima sadržaj masti 2,48 %, za 0,17 % veći od standarda, takođe u sadržaju sirovog pepela Siloking ima 11,60 % i u odnosu standard 1,60 % veći sadržaj sirovog pepela (Tab. 3).

Krmni sirak je prvenstveno ugljenohidratna biljka i bitan je sadržaj organskih materija koje ne sadrže azot ili tzv. BEM, novi hibrid u suvoj materiji ima sadržaj 41,27 % i manji je u odnosu na standard za 4,88 %. Imajući u vidu da Siloking po jedinici površine ima značajno veći prinos suve materije, produktivnost novog hibrida u pogledu sadržaja BEM veća je u odnosu na standard (Tab. 3).

Primarni zadatak oplemenjivanja je stvaranje novih inbred linija radi dobijanja visokoprinosnih i stabilnih hibrida dobrog kvaliteta. Rezultati analize prinosa i komponenti prinosa kod linija i hibrida su pokazatelji koji se koriste pri izboru i pravilno usmeravaju proces selekcije ka dobijanju hibrida poželjnog kvaliteta, ali i daju jasnu sliku o načinu nasleđivanja (Debnath & Sarker 1989). U oplemenjivanju moraju postojati prioriteti, a selekcioner treba da odredi nekoliko osobina koji će biti u centru pažnje. O prirodi i važnosti ostalih svojstava mora takođe imati jasnu predstavu, ali su one u drugom planu (Berenji 1990).

Autori Bangarwa et al. (1989) predlažu da selekciju na suvu materije treba bazirati na visini biljaka i broju širokih listova, a neophodno je posvetiti pažnju kvalitetu krme, jer

prinos i kvalitet određuju vrednost roda Sorghum u ishrani preživara.

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad izdvojene su cms A-linija i R-linija koje daju superiorne hibride u odnosu na postojeće sorte. Hibridizacijom je stvoren hibrid krmnog sirka Siloking (Pataki i sar. 2007), koji se odlikuje dobrom adaptabilnošću i stabilnošću prinosa u različitim agroekološkim uslovima gajenja. Stvaranjem citoplazmatski muški sterilnih linija omogućena je praktična proizvodnja F<sub>1</sub> hibridnog semena krmnog sirka.

## Zaključak

Hibridizacija se može koristiti u oplemenjivanju krmnog sirka, a pojava citoplazmatске muške sterilnosti omogućila je praktičnu proizvodnju F<sub>1</sub> hibridnog semena.

Hibrid krmnog sirka se odlikuje dobrom adaptabilnošću i stabilnošću prinosa u različitim agroekološkim uslovima gajenja. Otporan je na poleganje, važnije bolesti i tolerantan prema suši.

Hibrid je dao značajno veće prinose zelene mase za 16,56 t ha<sup>-1</sup> i suve materije za 5,75 t ha<sup>-1</sup> nego standardna sorta.

Pri optimalnom roku košenja (pojavljivanje metlice u vršnom lisnom rukavcu) sadržaj sirovih proteina je viši kod hibrida za 2,01 % nego kod standardne sorte.

Imajući u vidu postignute rezultate, novi hibrid krmnog sirka Siloking u važnijim morfološkim osobinama, prinosu i kvalitetu nad-

mašuje standardnu sortu NS Džin sa kojom je uporedivan.

### Literatura

- Bangarwa K S, Grewal R P S, Lodhi G P, Thakral N K (1989): Association analysis for some quantitative traits in forage sorghum. *Indian J. of Heredity* 21: 25-28
- Berenji J (1985): Ocena kombinirajućih sposobnosti i heterozisa i analiza komponenti prinosa sirka za zrno. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
- Berenji J (1990): Varijabilnost i međuzavisnost svojstava u raznih genotipova sirka metlaša. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
- Debnath S C, Sarker K R (1989): Quantitative genetic analysis of grain yield and some other traits in maize. *Pakistan J. Sci. and Industrial Res.* 32: 253-256
- Grewal R P, Rajesh S, Yadav Pahuja S K (2003): Inheritance of fodder yield and its components in multicut forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Forage Res.* 29: 142-144
- Katić S, Pataki I, Mihailović V (2007): Priznata novostvorena sorta krmnog sirka (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Titan. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Beograd, rešenje 320-04-01095/2/2005-06 od 05.01.2007.
- Lazić M, Lazić Z (1973a): Priznata novostvorena sorta krmnog sirka Novosadski šećerac. Savezni komitet za poljoprivredu, SFRJ, Beograd, rešenje 320-29/73 od 26.10.1973.
- Lazić M, Lazić Z (1973b): Priznata novostvorena sorta krmnog sirka Novosadski silosirak. Savezni komitet za poljoprivredu, SFRJ, Beograd, rešenje 320-379/73 od 26.10.1973.
- Lazić M, Lazić Z (1983a): Priznata novostvorena sorta krmnog sirka NS Džin. Savezni komitet za poljoprivredu, SFRJ, Beograd, rešenje 2296 od 07.04.1983.
- Lazić M, Lazić Z (1983b): Priznata novostvorena sorta sudanske trave Srem. Savezni komitet za poljoprivredu, SFRJ, Beograd, rešenje 1629 od 09.03.1983.
- Mihailović V, Pataki I, Katić S (2007): Priznata novostvorena sorta sudanske trave (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) Sava. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Beograd, rešenje 320-04-01097/2/2005-06 od 05.01.2007.
- Pataki I, Mihailović V, Katić S, Karagić Đ (2007): Priznati novostvoreni hibrid krmnog sirka (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Siloking. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Beograd, rešenje 320-04-01094/2/2005-06 od 05.01.2007.
- Stephens J C, Holland R F (1954): Cytoplasmic male-sterility for hybrid sorghum seed production. *Agron. J.* 46: 20-23
- Yadav R, Grewal R P S, Pahuja S K (2003): Association analysis for fodder yield and its components in forage sorghum. *Forage Res.* 28: 230-232

## Use of hybridization (F<sub>1</sub>) in forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) breeding

Imre Pataki, Slobodan Katić, Vojislav Mihailović,  
Dragan Milić, Sanja Vasiljević, Aleksandar Mikić

Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad

**Summary:** In plants with bisexual flowers, the development of hybrids and F<sub>1</sub> seed production is only possible by using cytoplasmic male sterility. The discovery of such sterility and the maintainers has made it possible to utilize the phenomenon of heterosis to improve yields and yield components in forage sorghum. It has been shown that the best way to develop forage sorghum hybrids is to cross grain sorghum as the female parent and Sudan grass as the male. The objective of this study was to develop a forage sorghum hybrid for the production of green matter to be used either fresh or for silage. The sorghum hybrid developed in these efforts (Siloking) is intended for multiple cutting, as the basal nodes produce buds and regrowth takes place. The performance of the new hybrid with respect to yield and quality was compared to that of the forage sorghum cultivar NS Džin. In a two-year study conducted under different growing conditions in four locations, Siloking produced an average green matter yield of 86.29 t ha<sup>-1</sup> (two cuts), a dry matter yield of 25.34 t ha<sup>-1</sup>, and a crude protein content of 11.85 %. Siloking outperformed NS Džin in terms of yield and quality.

**Key words:** heterosis, hybrid, quality, sorghum, Sudan grass, yield

Primljeno / Received: 11.11.2009.

Prihvaćeno / Accepted: 25.11.2009.